

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-213436

(43) 公開日 平成8年(1996)8月20日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 01 L 21/66  
G 01 B 11/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C  
D  
H

審査請求 未請求 請求項の数2 FD (全7頁)

(21) 出願番号 特願平7-36297

(22) 出願日 平成7年(1995)2月1日

(71) 出願人 000219967  
東京エレクトロン株式会社  
東京都港区赤坂5丁目3番6号  
(71) 出願人 000109565  
東京エレクトロン山梨株式会社  
山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1  
(71) 出願人 000163006  
興和株式会社  
愛知県名古屋市中区錦3丁目6番29号  
(72) 発明者 高橋 茂昭  
山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1  
東京エレクトロン山梨株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 小原 肇

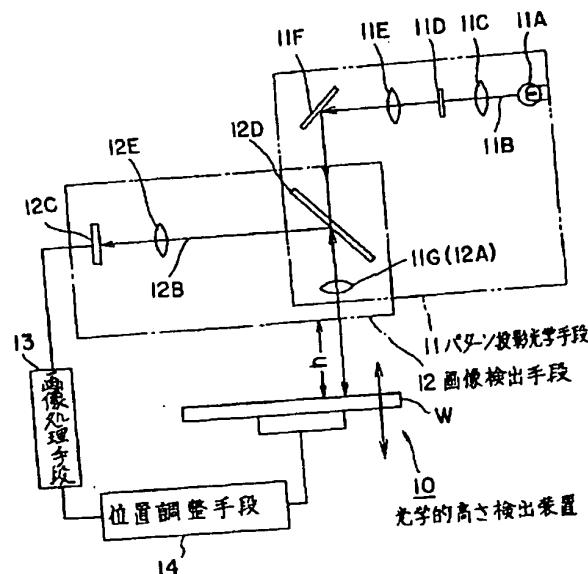
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学的高さ検出装置及びプローブ装置

(57) 【要約】

【目的】 鏡面仕上げのように表面に検出対象となるパターンのない被検出体であってもその高さを確実に検出できる光学的高さ検出装置を提供する。

【構成】 本光学的高さ検出装置10は、例えば十字形状のパターンを被検出体Wの表面に投影するパターン投影光学手段11と、このパターン投影光学手段11によって投影された被検出体W表面の投影パターンP<sub>1</sub>を検出する画像検出手段12と、この画像検出手段12によって検出された投影パターンP<sub>1</sub>の大きさLまたは背景Bとのコントラストの変化率( $\delta c / \delta h$ )により被検出体Wの高さを求める画像処理手段13とを備えたこと特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定形状のパターンを被検出体の表面に投影するパターン投影光学手段と、このパターン投影光学手段によって投影された被検出体表面の投影パターンを検出する画像検出手段と、この画像検出手段によって検出された投影パターンの大きさまたは背景とのコントラストにより上記被検出体の高さを求める画像処理手段とを備えたこと特徴とする光学的高さ検出装置。

【請求項2】 被検出体を載置する載置台と、この載置台上の被検出体の上方に配設されたプローブカードと、このプローブカードに対する上記被検出体の高さを光学的に検出する光学的高さ検出装置と、この光学的高さ検出装置の検出高さに応じて上記載置台を介して上記被検出体の高さを調整を行なう位置調整手段とを備え、上記光学的高さ検出装置は、所定形状のパターンを被検出体の表面に投影するパターン投影光学手段と、このパターン投影光学手段によって投影された被検出体表面の投影パターンを検出する画像検出手段と、この画像検出手段によって検出された投影パターンの大きさまたは背景とのコントラストにより上記被検出体の高さを求める画像処理手段とを備えたこと特徴とするプローブ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光学的高さ検出装置及びこの光学的高さ検出装置を適用したプローブ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体プロセス工程では多数のチップが作り込まれた半導体ウエハをそのままの状態で検査装置に掛けて個々のチップについて電気的な検査を行ない、この検査結果に基づいて電気的にチップの不良品をスクリーニングするようにしている。そして、このような検査装置としてはプローブ装置が用いられている。プローブ装置は、半導体ウエハを載せる水平方向及び上下方向で位置調整可能な載置台と、この載置台を上昇させて半導体ウエハの各チップの電極パッドに例えばプローブ針が電気的に接触してテスタとの間で電気信号を授受するプローブカードとを備え、このプローブカードを介してのテスティング時に授受する電気信号に基づいて各チップの電気的欠陥の有無をテスタにより検出するように構成されている。

【0003】 即ち、電気的検査を行なう時には、上述したように載置台を上昇させて半導体ウエハをプローブ針に所定の針圧で接触させ、針先でチップに設けられた電極パッド表面の絶縁膜（自然酸化膜）を突き破って針先を電極パッドに電気的に接触させるようにしている。ところが、実際の検査を行なう前に、例えばアルミニウムなどの導電膜が表面に形成された、いわゆるダミーウエハを用いてプローブ針のダミーウエハに対する接触状態を、針跡や導通の有無によってチェックする工程があ

る。この工程では実検査と同様にダミーウエハをプローブカードに対して位置合せする必要がある。水平方向の位置合せを行なう場合には、例えばCCDカメラなどを用いてダミーウエハのエッジ、特にオリエンテーションフラット（オリフラ）を画像検出することによって位置合せを行ない、また、上下方向の位置合せを行なう場合には、例えば静電容量センサを用いてダミーウエハに対する静電容量の変化から位置合せを行なっている。

## 【0004】

10 【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来のプローブ装置の場合には、静電容量センサは周囲の温度、湿気などの環境条件によって出力が変動し、安定した検出を行なうことが難しい場合がある。また、CCDカメラ等の画像検出手段を用いて半導体ウエハ上のチップやその電極パッドの像を撮像して高さを検出する手段もあるが、ダミーウエハのように表面が鏡面仕上げになっている被検出体の場合には、その表面にチップや電極パッド等のパターンが形成されていないため、画像検出手段により所定のパターンを検出することができず、延いては高さを検出できないという課題があった。

【0005】 本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、鏡面仕上げのように表面に検出対象となるパターンのない被検出体であってもその高さを確実に検出できる光学的高さ検出装置、及び光学的高さ検出装置を適用したプローブ装置を提供することを目的としている。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の請求項1に記載の光学的高さ検出装置は、所定形状のパターンを被検出体の表面に投影するパターン投影光学手段と、このパターン投影光学手段によって投影された被検出体表面の投影パターンを検出する画像検出手段と、この画像検出手段によって検出された投影パターンの大きさまたは背景とのコントラストにより上記被検出体の高さを求める画像処理手段とを備えたものである。

【0007】 また、本発明の請求項2に記載のプローブ装置は、被検出体を載置する載置台と、この載置台上の被検出体の上方に配設されたプローブカードと、このプローブカードに対する上記被検出体の高さを光学的に検出する光学的高さ検出装置と、この光学的高さ検出装置の検出高さに応じて上記載置台を介して上記被検出体の高さを調整を行なう位置調整手段とを備え、上記光学的高さ検出装置は、所定形状のパターンを被検出体の表面に投影するパターン投影光学手段と、このパターン投影光学手段によって投影された被検出体表面の投影パターンを検出する画像検出手段と、この画像検出手段によって検出された投影パターンの大きさまたは背景とのコントラストにより上記被検出体の高さを求める画像処理手段とを備えたものである。

## 【0008】

【作用】本発明の請求項1に記載の発明によれば、パターン投影光学手段から被検出体の表面へ所定形状のパターンを投影すると、その投影パターンを画像検出手段が検出すると共に、画像処理手段が作動して投影パターンの大きさまたは背景とのコントラストを演算し、この演算結果に基づいて被検出体の高さを求めることができる。

【0009】また、本発明の請求項2に記載の発明によれば、ダミーウエハのような被検出体を載置台上に載置した後、被検出体の高さを調整する際、光学的高さ検出装置のパターン投影光学手段から被検出体の表面へ所定形状のパターンを投影すると、その投影パターンを画像検出手段が検出すると共に、画像処理手段が作動して投影パターンの大きさまたは背景とのコントラストを演算し、この演算結果に基づいて位置調整手段が載置台を昇降させて被検出体を光学的高さ検出装置で求めた高さに調整することができる。

#### 【0010】

【実施例】以下、図1～図5に示す実施例に基づいて本発明を説明する。本実施例の光学的高さ検出装置10は、図1に示すように、所定形状例えは図2に示すような十字形状のパターンPを被検出体Wの表面に投影するパターン投影光学手段11と、このパターン投影光学手段11によって投影された被検出体Wの表面の投影パターンP<sub>1</sub>を検出する画像検出手段12と、この画像検出手段12によって検出された投影パターンP<sub>1</sub>の大きさまたは背景とのコントラストを演算して被検出体Wの高さを求める画像処理手段13と、この画像処理手段13によって求められた高さに被検出体Wの高さを調整する位置調整手段14とを備えて構成されている。

【0011】上記パターン投影光学手段11は、光源11Aと、この光源11Aから照射された光線11Bを透過させるレンズ11Cと、このレンズ11Cの先に配置された十字形状のパターンPが描画されたレチクル11Dと、このレチクル11Dの先に配置されたレンズ11Eと、このレンズ11Eの先に配置され且つ光線11Bの進行方向を90°変えて被検出体Wへ光線11Bを案内する反射ミラー11Fと、この反射ミラー11Fの先に配置され且つ被検出体Wに対向する対物レンズ11Gとを備えている。そして、上記各レンズ11C、11Eの光軸は一致し、反射ミラー11Fによって90°の方向へ反射した光線11Bの光軸は対物レンズ11Gの光軸と一致しており、光源11Aによってレチクル11DのパターンPを上述の光学系を介して被検出体Wの表面へ投影パターンP<sub>1</sub>として形成するようにしてある。また、対物レンズ11Gは画像検出手段12の対物レンズ12Aを利用したものである。従って、以下の説明では同一対物レンズを必要に応じて対物レンズ11Gと称したり、対物レンズ12Aと称したりする。

【0012】上記画像検出手段12は、被検出体Wに対

向配置された対物レンズ12Aと、対物レンズ12Aを透過し被検出体Wの表面で反射した反射光線12Bの進行方向を90°変えてCCDカメラ12Cへ反射光線12Bを案内するハーフミラー12Dと、ハーフミラー12DとCCDカメラ12Cの間に配置された集光レンズ12Eとを備えている。そして、上記対物レンズ12Aを透過してハーフミラー12Dによって90°向きを変えて反射された反射光線12Bの光軸はレンズ12Eの光軸と一致している。尚、ハーフミラー12Dは、上記

10 パターン投影光学手段11の反射ミラー11Fと、対物レンズ11G(12A)の間に配置され、光源11Aの光線11Bが透過するようになっている。

【0013】また、上記画像処理手段13は画像検出手段12のCCDカメラ12Cに接続され、このカメラ12Cによって得られた画像情報即ち投影パターンP<sub>1</sub>の大きさの高さに対する変化または投影パターンP<sub>1</sub>とその背景Bとのコントラストの高さに対する変化を逐次検出し、その変化の様子から被検出体Wの高さを求めるようにしてある。

20 【0014】そこで、投影パターンP<sub>1</sub>の大きさを基準にしての被検出体Wの高さを求める場合について説明する。この場合には、被検出体Wが焦点位置にある時の投影パターンP<sub>1</sub>の大きさが最も小さくなり、それ以外の位置にある場合の投影パターンP<sub>1</sub>は極小値P<sub>0</sub>の大きさよりも大きくなることを利用する方法である。この方法では位置調整手段14により被検出体Wが例えば1ステップ当たりに±0.1～±0.2μmずつ昇降すると、投影パターンP<sub>1</sub>の大きさLと被検出体Wの高さhは図3に示すように変動する。そこで、被検出体Wが昇降するに

30 連れて投影パターンP<sub>1</sub>の大きさLが極小値L<sub>0</sub>になる時の被検出体Wの高さh<sub>0</sub>が対物レンズ12Aの焦点位置にあり、この位置が被検出体Wの高さとなるようにしてある。

【0015】次に、基準点となる投影パターンP<sub>1</sub>の背景Bとのコントラストを基準にして高さを求める場合について説明する。この場合には、被検出体Wが焦点位置にある時には投影パターンP<sub>1</sub>とその背景Bとのコントラスト、即ち背景Bに対する投影パターンP<sub>1</sub>の明るさが最も明るくなつて両者P<sub>1</sub>、B間の境界が最も明瞭になることを利用する方法である。そこでこの方法について具体的に説明する。例えば、被検出体Wの高さを対物レンズ12Aからの距離hとして表わし、コントラストをcとして表わし、距離hに対するコントラストcの変化率をδc/δhとすると、この変化率に基づいて被検出体Wの高さを求めることができる。

40 【0016】即ち、図4に示すように位置調整手段14を用いて距離hを大きな値h<sub>1</sub>から小さな値h<sub>2</sub>へと徐々に変化させて被検出体Wを低い位置から徐々に高い位置へ上昇させると、距離hに対応してコントラストがc<sub>1</sub>から徐々に大きくなり、h<sub>2</sub>の位置で最大値c<sub>2</sub>を示し、

その後コントラスト  $c$  が例えば  $c_0$  のように徐々に小さくなる。このような変化を逐次検出し、これらの検出値  $h$ 、 $c$ に基づいて画像処理手段 13により距離  $h$ に対するコントラスト  $c$  の変化率 ( $\delta c / \delta h$ ) を逐次求める。この変化率 ( $\delta c / \delta h$ ) は検出値に応じて逐次変化し、その値が 0 の時、コントラスト  $c$  が極大値（本実施例では最大値） $c_0$  になり、この時、投影パターン  $P_1$  が最も明るくなり、この明るさを示す被検出体  $W$  の位置が対物レンズ 12A の焦点距離に一致する高さになり、この高さが被検出体  $W$  の求めるべき高さになる。そこで、変化率 ( $\delta c / \delta h$ ) = 0 の時、画像処理手段 13 により被検出体  $W$  が求めるべき高さに存在すると判断し、その判断結果に基づいて位置調整手段 14 を停止させて被検出体  $W$  の高さを検出するようにしてある。尚、コントラスト  $c$  の明るさは画像処理手段 13 により検出し、距離  $h$  は位置調整手段 14 の上昇量に基づいて検出することができる。

【0017】次に動作について説明する。光学的高さ検出装置 10 のパターン投影光学手段 11 が作動する、光源 11A の光線 11B がレチクル 11D のパターンを透過し、レンズ 11E、反射ミラー 11F、及びハーフミラー 12D を経て対物レンズ 11G から出射し、被検出体  $W$  上へ図 2 に示す投影パターン  $P_1$  を結像する。すると、被検出体  $W$  では投影パターン  $P_1$  の光線 12B を反射し、対物レンズ 12A から画像検出手段 12 へ入射する。反射光線 12B はハーフミラー 12D で反射されて 90° 進行方向を変え、レンズ 12E を経て CCD カメラ 12C に投影パターン  $P_1$  の像を結像する。

【0018】CCD カメラ 12C ではその投影パターンの像を画像信号に変換し、画像処理手段 13 へ送信する。画像処理手段 13 では受信信号に基づいて投影パターン  $P_1$  の大きさあるいは被検出体  $W$  の高さを示す距離  $h$  に対するコントラスト  $c$  の変化率 ( $\delta c / \delta h$ ) を演算し、位置調整手段 14 を介して被検出体  $W$  を昇降させ、上記大きさが最も小さな  $L_0$  になる高さ、あるいは変化率 ( $\delta c / \delta h$ ) が 0 になる高さを被検出体  $W$  の高さとして画像処理手段 13 において判断し、この判断結果に基づいて位置調整手段 14 を止め、被検出体  $W$  の高さを調整する。

【0019】以上説明したように本実施例によれば、パターン投影光学手段 11 から被検出体  $W$  の表面へ十字状の投影パターン  $P_1$  を投影し、その投影パターン  $P_1$  を画像検出手段 12 が検出する。次に、画像処理手段 13 が作動して投影パターン  $P_1$  の大きさまたは高さ  $h$  に対するコントラスト  $c$  の変化率 ( $\delta c / \delta h$ ) を演算し、この演算結果に基づいて被検出体  $W$  の高さ  $h_0$  を求めることができる。例えば、被検出体  $W$  の表面に視覚的に検出可能なパターンが形成されていない、鏡面仕上げの被検出体  $W$  であっても、上述のようにパターン投影光学手段 11 が被検出体  $W$  表面に投影パターン  $P_1$  を作ること

により、この投影パターン  $P_1$  に基づいてその高さを確実に検出することができる。

【0020】次に、上記光学的高さ検出装置 10 を適用したプローブ装置 20 について図 5 を参照しながら説明する。このプローブ装置 20 は、半導体ウエハ等の被検出体上に形成された多数のチップを 1 個ずつあるいは複数個ずつ纏めて各チップについて電気的検査を行なうよう構成されている。図 5 に示すようにプローブ装置 20 は被検出体  $W$  を検査する検査部 21 と、この検査部 21 1 に対して被検出体  $W$  をロード、アンロードするロード、アンロード部 22 を有している。検査部 21 内の略中央には架台 23 を介して検査用ステージ 24 が配設されている。この検査用ステージ 24 は、被検出体  $W$  を真空保持する載置台 25 と、この載置台 25 上で保持された被検出体  $W$  をアライメントするアライメント機構を有し、このアライメント機構により載置台 25 上の被検出体  $W$  の位置を X、Y、Z 方向及び  $\theta$  方向で位置決めするよう構成されている。また、検査部 21 の天面を形成するヘッドプレート 26 略中央の開口部にはインサートリング 27 を介してプローブカード 28 が着脱可能に取り付けられている。このプローブカード 28 は、プリント基板に実装された複数のプローブ針 29 を有し、各プローブ針 29 が被検出体  $W$  のチップの電極パッドに個別に接触し、テストヘッド 30 との間で接続リング 31 を介して検査のための電気信号を授受してチップの良否を検査するよう構成されている。

【0021】上記ロード、アンロード部 22 にはオートローダ 32 が配設されている。このオートローダ 32 は、例えば 25 枚の被検出体  $W$  が収納されたカセット 33 を載置する昇降可能なカセット載置台 34 と、このカセット載置台 34 上のカセット 33 内の被検出体  $W$  を検査部 21 へ移載する第 1 ウエハハンドリング機構 35 を備えて構成されている。そして、プリアライメント機構（図示せず）では第 1 ウエハハンドリング機構 35 により移載された被検出体  $W$  をオリフラまたはノッチに基づいて自動的にプリアライメントするようにしてある。また、検査部 21 には第 2 ウエハハンドリング機構 36 が配設され、この第 2 ウエハハンドリング機構 36 によりプリアライメント機構上の被検出体  $W$  を検査用ステージ 24 の載置台 25 へ移載するよう構成されている。

【0022】さて、光学的高さ検出装置 10 は、上述のようにパターン投影光学手段 11、画像検出手段 12、画像処理手段 13 及び位置調整手段 14 とを備えて構成され、検査部 21 内に配設されている。そして、パターン投影光学手段 11 は従来の静電容量センサに替わるもので、被検出体  $W$  としてダミーウエハを用いてプローブ針 29 の針跡などを観察する場合に効果的に機能するようにしてある。一方、画像検出手段 12 は被検出体  $W$  上の投影パターン  $P_1$  を検出し、この検出結果に基づいて画像処理手段 13 及び位置調整手段 14 を介してプロー

ブ装置 20 の載置台 25 を駆動し、被検出体 W の高さを設定するようにしてある。

【0023】次に、動作について説明する。被検出体 W を用いて例えば新しく装着するプローブカード 28 の針跡などを検査する場合には、まず、新しいプローブカード 28 をインサートリング 27 に装着する。その後オートローダ 32 が駆動し、第 1 ウエハハンドリング機構 35 が駆動してカセット載置台 34 上のカセット 33 から被検出体 W を取り出し、プリアライメント機構へ移載する。そして、第 2 ウエハハンドリング機構 36 が駆動してプリアライメント機構上の被検出体 W を検査用ステージ 24 の載置台 25 へ移載する。

【0024】次いで、プローブカード 28 に対して載置台 25 上の被検出体 W の位置合わせを行なう。それには制御装置の制御下でアライメント機構が駆動して載置台 25 が X 方向、Y 方向へ移動し、画像検出手段 12 の CCD カメラ 12C によって粗位置合わせを行なう。引き続き、光学的高さ検出装置 10 のパターン投影光学手段 11 が上述したように作動する。すると、パターン投影光学手段 11 が被検出体 W の表面に投影パターン  $P_1$  を映し出し、画像検出手段 12 が投影パターン  $P_1$  を検出する。画像処理手段 13 では画像検出手段 12 からの受信信号に基づいて画像処理手段 13 が被検出体 W の高さを求め、位置調整手段 14 を介して載置台 25 を昇降させ、投影パターン  $P_1$  の大きさが最も小さくなる位置、あるいは被検出体 W の高さつまり距離 h に対するコントラスト c の変化率 ( $\delta c / \delta h$ ) の値が 0 になる位置を被検出体 W の高さ（検出すべき高さ）として検出することができる。被検出体 W の高さの検出及び設定が終了すると、後は上述のようにして求めた高さに基づいて載置台 25 が上昇し、被検出体 W がプローブ針 29 に接触すると、その表面に針跡が付く。また、この状態でプローブカード 28 の導通試験を行なうことができる。

【0025】以上説明したように本実施例によれば、プローブ装置 20 の検査部 21 内に光学的高さ検出装置 10 を設けたため、表面が鏡面仕上げされ、表面にパターンを有しない被検出体 W であってもパターン投影光学手段 11 によって被検出体 W 表面に投影されたレチクル 11D の投影パターン  $P_1$  に基づいて被検出体 W の高さを確実に検出することができる。しかも、本実施例によれば、パターン投影光学手段 11 を用いたため、温度、湿

度などの影響を受け難く、被検出体 W の高さを確実に検出することができる。

【0026】尚、本発明は上記各実施例に何等制限されるものではなく、パターンのない被検出体の高さを検出する必要のある検査装置に広く適用することができる。

【0027】

【発明の効果】本発明の請求項 1 に記載の発明によれば、鏡面仕上げのように表面にパターンのない被検出体であってもその高さを確実に検出できる光学的高さ検出装置を提供することができる。

【0028】本発明の請求項 2 に記載の発明によれば、鏡面仕上げのように表面に検出対象となる検出対象となるチップ及びその電極等のパターンのない被検出体であってもその高さを確実に検出でき、しかも温度、湿度などの影響されることなく被検出体の高さを確実に検出できるプローブ装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の光学的高さ検出装置の一実施例を示す原理図である。

【図 2】図 1 に示すパターン投影手段による被検出体上の投影パターンを示す図である。

【図 3】図 1 に示す画像検出手段によって検出された画像の大きさと被検出体の高さとの関係を示す図である。

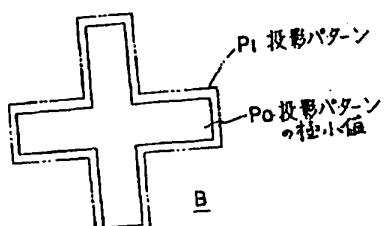
【図 4】図 1 に示す画像検出手段によって検出された画像の濃さと被検出体の高さとの関係を示す図である。

【図 5】図 1 に示す光学的高さ検出装置を適用したプローブ装置の一実施例の要部を破断して示す正面図である。

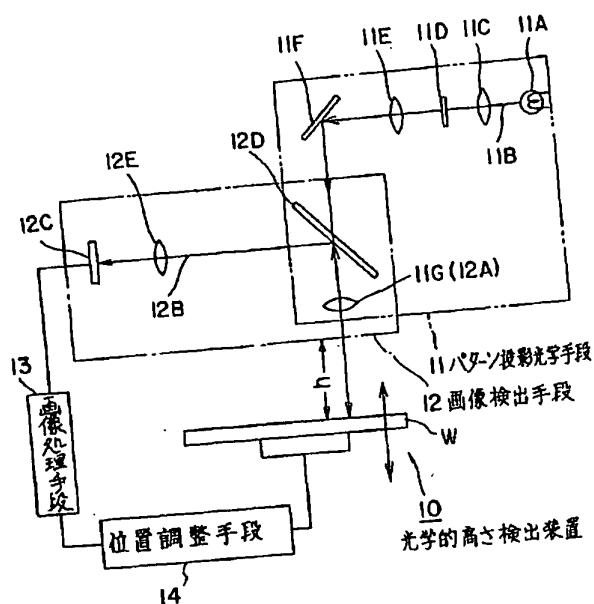
【符号の説明】

- |    |       |            |
|----|-------|------------|
| 30 | 10    | 光学的高さ検出装置  |
|    | 11    | パターン投影光学手段 |
|    | 12    | 画像検出手段     |
|    | 13    | 画像処理手段     |
|    | 14    | 位置調整手段     |
|    | 20    | プローブ装置     |
|    | 25    | 載置台        |
|    | 28    | プローブカード    |
|    | 29    | プローブ針      |
|    | W     | 被検出体       |
| 40 | $P_1$ | 投影パターン     |

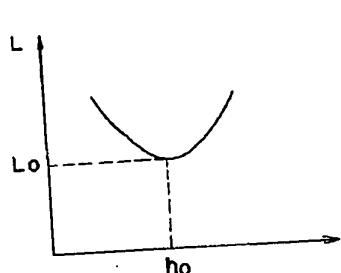
【図2】



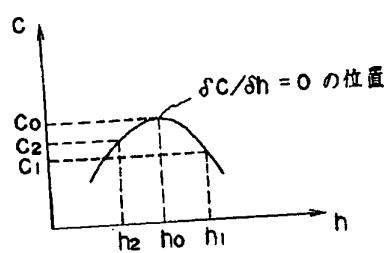
【図1】



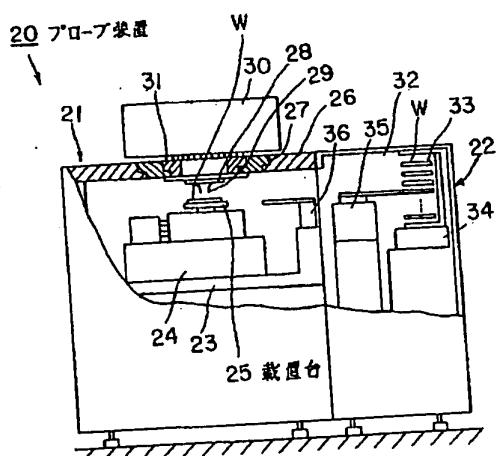
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 篠 敬悦  
愛知県蒲郡市宮成町13番35号 興和株式会  
社蒲郡工場内